·论著·

身体活动和睡眠对中老年人腰背痛的独立和联合影响研究

李明哲[1]，田一川[2]，王成龙[1]，王晶晶[1*]

1.100061 北京市，国家体育总局体育科学研究所 国民体质与科学健身研究中心
2.241000 安徽省芜湖市，安徽师范大学法学院
*通信作者：王晶晶，副研究员；E-mail：wangjingjing@ciss.cn

【摘要】 **背景** 中老年人腰背痛已成为世界范围内重要的公共卫生问题，身体活动和睡眠是占据 24 h 生命周期的两个核心生活方式组成部分，坚持充足的身体活动和良好的睡眠对健康至关重要，且两者均与腰背痛有关。**目的** 调查我国中老年人腰背痛发病率，分析身体活动和睡眠两大行为要素对其发病的独立影响和联合影响，为行为健康提供科学依据。**方法** 基于 2018 年中国健康与养老追踪调查，排除没有提供人口学、身体活动、睡眠和腰痛数据的参与者，筛选出符合标准的 45~69 岁中老年 13 496 例，收集其一般人口学信息和行为相关信息。采用二元 Logistic 回归和多元线性回归检验身体活动、睡眠时间和腰背痛三者之间的关系，并构建睡眠时间在身体活动与腰背痛之间的中介模型进行中介作用分析。**结果** 13 496 例调查对象腰背痛患病率为 39.0%（5 269/13 496）；我国中老年人睡眠不足（<7 h）占比 57.1%（7 704/13 496）；轻度和中高强度身体活动占比分别为 11.6%（1 561/13 496）和 88.4%（11 935/13 496）。对混杂变量（如性别、年龄、饮酒和吸烟）多重共线诊断结果显示，方差膨胀因子均 <5，排除共线性。回归分析结果显示，身体活动与腰背痛患病呈正相关（β=0.120，P<0.05），睡眠时间与腰背痛患病呈负相关（β=-0.220，P<0.01），身体活动与睡眠时间呈负相关（β=-0.081，P<0.05）。根据类别变量中介效应分析得出 Z=2.223>1.96，且身体活动影响腰背痛的路径不显著（β=0.105，P>0.05），故睡眠时间在身体活动与腰背痛的关联中发挥完全中介效应。**结论** 有超过 1/3 的中国中老年人患有腰背痛，身体活动水平越高或睡眠时间越短，腰背痛患病风险越高，睡眠时间在身体活动与腰背痛发挥完全中介效应，即高强度身体活动所带来的腰背痛风险经由睡眠时间锐减所完全传递，充足的睡眠时间在降低高强度身体活动所带来的腰背痛发病风险中发挥重要作用。提示老年人在进行体育锻炼时，应根据自身情况合理安排运动量，并保持充足的睡眠时间，以降低腰背痛患病风险。

【关键词】 腰背痛；身体活动；睡眠时间；中老年人
【中图分类号】 R 274.34 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0639

Study on the Independent and Joint Effects of Physical Activity and Sleep on Low Back Pain in Middle-aged and Elderly Adults

LI Mingzhe[1]，*TIAN Yichuan*[2]，*WANG Chenglong*[1]，*WANG Jingjing*[1*]
1.Physical Fitness and Scientific Exercise Research Centre，*China Institute of Sport Science*，*Beijing 100061*，*China*
2.School of Law，*Anhui Normal University*，*Wuhu 241000*，*China*
**Corresponding author*：*WANG Jingjing*，*Associate researcher*；*E-mail*：*wangjingjing@ciss.cn*

【Abstract】 **Background** Low back pain（LBP）in middle-aged and elderly adults has become a significant public health issue worldwide. Physical activity and sleep are two core components of the 24-hour lifecycle，and maintaining adequate physical activity and good sleep are crucial for health，both of which are associated with LBP. **Objective** To investigate the prevalence of LBP in middle-aged and elderly adults in China，analyze the independent and combined effects of physical activity

基金项目：国家体育总局体育科学研究所基本科研业务费（基本 21-19）
引用本文：李明哲，田一川，王成龙，等. 身体活动和睡眠对中老年人腰背痛的独立和联合影响研究［J］. 中国全科医学，2024. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0639.［Epub ahead of print］［www.chinagp.net］
LI M Z，TIAN Y C，WANG C L，et al. Study on the independent and joint effects of physical activity and sleep on low back pain in middle-aged and elderly adults［J］. Chinese General Practice，2024.［Epub ahead of print］.

and sleep on its occurrence, and provide scientific evidence for behavioral health. **Methods** Based on the 2018 China Health and Retirement Longitudinal Study, participants without demographic, physical activity, sleep, and LBP data were excluded. A total of 13 496 eligible individuals aged 45 to 69 were included, and their demographic and behavioral information was collected. Binary logistic regression and multiple linear regression were used to examine the relationship between physical activity, sleep duration, and LBP, and a mediation model was constructed to analyze the mediating effect of sleep duration on the association between physical activity and LBP. **Results** The prevalence of LBP among the 13, 496 participants was 39.0% (n=5 269). Inadequate sleep (<7 hours) was reported by 57.1% (n=7 704) of middle-aged and elderly adults in China, with 11.6% (n=1 561) engaging in mild physical activity and 88.4% (n=11 935) engaging in moderate to high-intensity physical activity. The multicollinearity diagnosis results for confounding variables (e.g., gender, age, alcohol consumption, and smoking) showed that all variance inflation factors were less than 5, indicating no collinearity. Regression analysis revealed a positive correlation between physical activity and LBP (β =0.120, P<0.05), a negative correlation between sleep duration and LBP (β =-0.220, P<0.01), and a negative correlation between physical activity and sleep duration (β =-0.081, P<0.05). The mediation analysis of categorical variables indicated Z=2.223>1.96, and the path from physical activity to LBP was not significant(β =0.105, P>0.05), suggesting a complete mediating effect of sleep duration on the association between physical activity and LBP. **Conclusion** Over one-third of middle-aged and elderly adults in China suffer from LBP. Higher levels of physical activity or shorter sleep duration are associated with increased risk of LBP. Sleep duration plays a complete mediating role in the association between physical activity and LBP, where the increased risk of LBP associated with high-intensity physical activity is completely transmitted through reduced sleep duration. Adequate sleep duration plays an important role in reducing the risk of LBP associated with high-intensity physical activity. This study suggests that older adults should adjust their exercise intensity according to their own conditions and maintain adequate sleep duration to reduce the risk of LBP.

【Key words】 Low back pain; Physical activity; Sleep duration; Middle-aged and elderly adults

腰背痛是常见的骨科疾病，指背部第 12 肋水平以下，臀纹以上区域的疼痛或不适，可伴有或不伴有腿部的疼痛[1]。2015 年，腰背痛的全球患病率约为 7.3%，成为世界范围内重要的公共卫生问题[2]。身体活动和睡眠是占据 24 h 生命周期的两个核心生活方式组成部分，坚持充足的身体活动和良好的睡眠对健康至关重要，且两者均与腰背痛有关。已有研究表明，长期体育锻炼可以改善腰背部肌肉力量，提高身体柔韧性，预防腰背痛发病[3]，规律的身体活动可以通过调节紧张、焦虑等不良情绪提高睡眠质量[4]。总睡眠时间减少会伴随着机体对有害刺激的敏感性增加、内源性疼痛抑制过程减少，增加腰背痛的疼痛感[5]。然而，上述结果均为基于独立研究每种行为对腰背痛的影响得出的证据，目前还没有证据表明身体活动、睡眠时间和与腰背痛结果之间的联合联系。因此，本研究基于 2018 年中国健康与养老追踪调查（China Health and Retirement Longitudinal Study，CHARLS），探究身体活动和睡眠两大行为要素对我国中老年人腰背痛发病的独立影响，以及两行为要素与腰背痛发生之间的联合关系，为行为健康提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究数据来源于 2018 年 CHARLS 项目，此项目由北京大学国家发展研究院实施，调查对象为中国 45 岁以上中老年人，涵盖中国 150 个县级单位，450 个村级单位，项目基线调查起始于 2011 年，每 2 年追踪 1 次，调查内容主要包括中老年人基本信息、健康状况、家庭结构、医疗保险等内容[6]。本研究以 2018 年 CHARLS 项目 45~69 岁中老年人为研究对象，该项目于 2018 年全国追踪完成时，共有 1.9 万人参与此项目。根据研究需要，排除以下受访者：一般人口学特征、健康、行为和身体活动以及睡眠相关信息缺失，最终共纳入 13 496 名研究对象。

1.2 指标选择

根据研究需要，一般人口学特征包括性别、年龄、居住地、教育情况、婚姻情况等，行为相关信息包括吸烟、饮酒、睡眠时间、1 周身体活动情况等。

1.3 相关定义

1.3.1 腰背痛：腰背痛来自 CHARLS 问卷中的问题选项“您是否经常因为疼痛而难受？”“身体哪些部位感到疼痛？”将腰背部和 / 或腰骶部疼痛症状定义为腰背痛。

1.3.2 睡眠时间：睡眠时间来自 CHARLS 问卷中的问题选项“过去 1 个月内，您平均每天晚上真正睡着的时间大约是几小时？”根据马冠生等[7]研究，将夜睡眠时间 <7 h 定义为睡眠不足，夜睡眠时间≥ 9 h 定义为睡眠过量，结合本研究需要，将夜间睡眠时间分为 5 组，分别为 <6 h、6~<7 h、7~<8 h、8~<9 h、>9 h。

1.3.3 身体活动：CHARLS 问卷使用国际身体活动量

表（International Physical Activity Questionnaire，IPAQ）短卷，调查参与者在过去1周的身体活动情况，包含3种强度—低强度身体活动（Light physical activities，LPA）、中强度身体活动（Moderate physical activity，MPA）和高强度身体活动（Vigorous physical activity，VPA）的活动频率以及持续时间。并对身体活动情况以梅脱值（metabolic equivalent of energy，MET）为单位进行能量消耗的计算，其中1 MET是指静息时消耗的氧气量（单位：mL·min^{-1}·kg^{-1}）。梁崎等[8]检验IPAQ短卷在国人身体活动测量中具有良好的重测信度和结构效度，其中LPA的MET赋值为3.3，MPA赋值为4.0，VPA赋值为8.0。根据代谢当量计算公式得出该身体活动对应的每周能量消耗=MET赋值×每周频率×每天时间，根据每周身体活动总能量消耗将身体活动水平分为LPA（<600 METs/周）、MPA（600~3 000 METs/周）、VPA（>3 000 METs/周）[9]。为了体现运动对健康的最大收益，加入中高强度身体活动（moderate to vigorous physical activity，MVPA）定义为MPA与VPA的加和。

1.3.4 吸烟和饮酒：吸烟和饮酒来自CHARLS问卷中的问题选项“您吸过烟吗？（包括香烟、旱烟、用烟管吸烟或咀嚼烟草）”以回答为“是”定义为吸烟；“在过去的一年，您喝酒吗，包括啤酒、葡萄酒、米酒、黄酒或白酒等？喝酒频率如何？”以“喝酒，每月超过1次”定义为饮酒。

1.4 模型构建与统计学分析

本研究主要目的是检验身体活动、睡眠时间对腰背痛的独立影响与联合影响。其中独立影响，使用Logistic回归和多元线性回归对身体活动、睡眠时间与腰背痛的关系进行解释，各变量赋值见表1。联合影响为构建睡眠时间对身体活动与腰背痛的中介效应模型，即身体活动是否通过睡眠时间影响腰背痛患病。根据研究目的和数据类型，参考方杰等[10]和IACOBUCCI[11]提出的中介效应检验流程进行检验。

通过以下方程描述中介效应各变量之间的关系：

$$Y=i_1+cX+e_1 \quad (1)$$

$$M=i_2+aX+e_2 \quad (2)$$

$$Y'=i_3+c'X+bM+e_3 \quad (3)$$

$$Y=LogitP（Y=1|X）=\ln\frac{P(Y=1|X)}{P(Y=0|X)} \quad (4)$$

$$Y'=LogitP（Y=1|M，X）=\ln\frac{P(Y=1|M,X)}{P(Y=0|M,X)} \quad (5)$$

$$Z=\frac{Z_{a\times b}}{SE(Z_{a\times b})}=\frac{Z_a\times Z_b}{SE(Z_{a\times b})}=\frac{Z_a\times Z_b}{\sqrt{Z_{a^2}\times Z_{b^2}+1}} \quad (6)$$

其中，Y为因变量腰背痛，X为自变量身体活动，M为中介变量睡眠时间。方程（1）中c为自变量身体活动对因变量腰背痛的总效应，方程（2）中a为自变量身体活动对中介变量睡眠时间的影响效应，方程（3）中c′为自变量对因变量的直接效应，b为中介变量对因变量的影响效应，ab为自变量对因变量的间接效应；e1、e2、e3表示回归残差。

对方程（1）~（3）进行估计，首先检验身体活动对腰背痛的回归系数c是否显著，其次检验身体活动对睡眠时间的回归系数a是否显著，以及身体活动对腰背痛患病的回归系数b的显著性，最后根据直接效应c′的显著性，进一步推断睡眠时间在身体活动和腰背痛患病之间是否存在中介作用。

因腰背痛为二分变量，故采用方程（4）与方程（5）代替方程（1）和方程（3），同时中介变量睡眠时间为5分类有序变量，因此方程（2）仍可使用线性回归。在具有二分类变量的中介效应模型中，由于ab的大小不等于c−c′的大小，ab的值更接近中介效应的真值，且具有很好的稳健性，故应通过方程（6）中的Z值来检验文中的中介效应，其中Za=a/SE（a）、Zb=b/SE（b），*SE*为标准误。

上述统计学分析均采用SPSS 26.0（IBM SPSS，IBM Corp，Armonk，NY，USA）软件进行处理，显著性水平*P*<0.05。

表1 各变量赋值情况
Table 1 Assignment of values to the variables

变量	赋值
腰背痛	未患病=0，患病=1
性别	男=1，女=2
教育程度	小学及以下=1，初中、高中及中专=2，大专、本科及硕士=3
居住地	城市=1，乡村=2
婚姻情况	已婚=1，未婚=2，离异、丧偶或分居=3
吸烟	否=0，是=1
饮酒	否=0，是=1
睡眠时间	<6 h=1，6~<7 h=2，7~<8 h=3，8~<9 h=4，>9 h=5
身体活动	LPA=1，MVPA=2

注：LPA=低强度身体活动，MVPA=中高强度身体活动。

2 结果

2.1 研究对象基本特征

本研究在2018年CHARLS项目中筛选45~69岁人群，在排除身体活动、睡眠时间、人口学特征等信息不全者后，最终共纳入样本量13 496例。其中男6 584例（48.8%），女6 912例（51.2%）；平均年龄（60.6±8.9）岁，男性（60.9±8.8）岁，女性（60.3±8.9）岁；5 269人患腰背痛，腰背痛患病率为39.0%，其中男性2 077例（31.5%），女性3 192例（46.2%）；1 561人（11.6%）每周身体活动被定义为LPA组；11 935人（88.4%）每周身体活动被定义为MVPA组；7 704人（57.1%）每晚睡眠时间<7 h。

患腰背痛者和无腰背痛者性别、教育情况、居住地、婚姻情况、吸烟、饮酒、睡眠时间比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$）；患腰背痛者和无腰背痛者身体活动量比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），见表2。

表2 患腰背痛者和无腰背痛者基本情况比较［例（%）］

Table 2 Comparison of basic information between low back pain and non-low back pain

变量	患腰背痛（n=5 269）	无腰背痛（n=8 227）	χ^2值	P值
性别			303.443	<0.01
男	2 077（31.5）	4 507（68.5）		
女	3 192（46.2）	3 720（53.8）		
教育情况			160.812	<0.01
小学及以下	3 671（42.9）	4 889（57.1）		
初中、高中及中专	1 535（33.1）	3 108（66.9）		
大专、本科及硕士	63（21.5）	230（78.5）		
居住地			47.828	<0.01
城镇	1 377（34.6）	2 608（65.4）		
乡村	3 892（40.9）	5 619（59.1）		
婚姻情况			9.662	<0.01
已婚	4 542（38.5）	7 242（61.5）		
未婚	32（42.1）	44（57.9）		
离异、丧偶或分居	695（42.5）	941（57.5）		
吸烟			94.263	<0.01
是	2 002（34.4）	3 824（65.6）		
否	3 267（42.6）	4 403（57.6）		
饮酒			73.011	<0.01
是	1 203（32.9）	2 454（67.1）		
否	4 066（41.3）	5 773（58.7）		
睡眠时间			371.938	<0.01
<6 h	2 246（50.3）	2 216（49.7）		
6~<7 h	1 167（36.0）	2 075（64.0）		
7~<8 h	728（32.8）	1 489（67.2）		
8~<9 h	797（31.5）	1 735（68.5）		
>9 h	331（31.7）	712（68.3）		
身体活动量			0.385	>0.05
LPA	600（38.4）	961（61.6）		
MVPA	4 669（39.1）	7 226（60.9）		

2.2 中老年人身体活动、睡眠时间与腰背痛的关系

运用二元Logistic回归和多元线性回归的逐步回归方法，构建身体活动、睡眠时间、腰背痛三者之间的相关模型，结果表明，身体活动、睡眠时间、腰背痛三者之间显著相关（表3）。此外，多重共线诊断结果显示，方差膨胀因子<5，小于临界值10，排除模型中存在多重共线性问题。

模型1以二元Logistic回归检验各个控制变量与腰背痛发病之间的关系，结果表明性别、吸烟、居住地和教育程度均与腰背痛发生有显著关系（$P<0.01$）。模型2以腰背痛为因变量，除了原有控制变量以外，将自变量身体活动加入二元Logistic回归模型中，结果表明，身体活动对腰背痛的回归系数为0.120（$P<0.05$），即身体活动对腰背痛发生具有显著正向影响。由于睡眠时间为5分类连续性变量，因此采用多元线性回归检验身体活动和所有控制变量对睡眠时间的影响，以睡眠时间为因变量，身体活动和控制变量为自变量，在考虑控制变量的情况下，身体活动对睡眠时间的回归系数为−0.081（$P<0.05$），即身体活动对睡眠时间具有显著负向影响。模型3采用二元Logistic回归检验身体活动、睡眠时间以及其他控制变量对腰背痛的影响，在考虑控制变量的情况下，结果表明，睡眠时间对腰背痛的回归系数为−0.220（$P<0.01$），即睡眠时间对腰背痛有显著负向影响。根据中介效应检验公式，计算可得Z_a=−2.250、Z_b=−15.714，进而得出Z=2.223>1.96，表明此模型中介效应显著。参考温忠麟等[12]中介效应检验流程，中介效应显著，但c′不显著（c′=0.105，$P>0.05$），证明睡眠时间在身体活动与腰背痛发挥中介效应，且为完全中介作用。

表3 中老年人身体活动、睡眠时间与腰背痛回归分析

Table 3 Regression analysis of physical activity，sleep duration and low back pain in middle-aged and elderly people

变量	腰背痛（模型1）	腰背痛（模型2）	腰背痛（模型3）
身体活动		0.120（0.057）	0.105（0.057）
睡眠时间			−0.220（0.014）
性别	0.738（0.058）	0.739（0.058）	0.694（0.059）
年龄	0.002（0.002）	0.002（0.002）	0.002（0.002）
饮酒	0.738（0.058）	−0.055（0.047）	−0.069（0.047）
吸烟	0.244（0.056）	0.247（0.056）	0.227（0.057）
居住地	0.180（0.042）	0.183（0.042）	0.209（0.043）
婚姻状况	−0.003（0.028）	−0.002（0.028）	−0.018（0.029）
教育情况	−0.271（0.038）	−0.247（0.038）	−0.272（0.039）
常数项	−1.712（0.212）	−1.972（0.245）	−1.321（0.014）
观测量	13 496	13 496	13 496
Pseudo R^2	0.043	0.044	0.068

注：系数为回归系数，括号内为标准误。

3 讨论

本研究使用2018年CHARLS数据分析我国45~69岁中老年人身体活动、睡眠时间与腰背痛发病之间的关系。本研究显示2018年我国中老年人群腰背痛患病率为39.0%，高于国内其他研究结果，如张砚卓等[13]对2011年CHARLS数据分析得出45岁以上中国人腰痛患病率为18.6%、李巧梅等[14]对2011年、2013年、2015年CHARLS数据追踪调查显示我国45岁以上人群腰背痛患病率为14.42%，这可能和研究时间段以及

研究对象年龄段等有关。此外，研究显示我国中老年人群 LPA 组占比为 11.6%、MVPA 组占比为 88.4%，与王世强等[15]利用 2018 年 CHARLS 数据调查我国老年人 LPA 组占比 14.85% 相似。我国中老年人群睡眠不足占比超过一半（57.1%），其中时间 <7 h、6~<7 h 占比分别为 33.1% 和 24.0%，与何向阳等[16]基于 2015 年 CHARLS 数据得出该睡眠时间占比相似。

身体活动与腰背痛的分析结果表明，身体活动强度越大腰背痛患病风险越高。关于腰背痛与身体活动的研究较少，得出的结论也不尽相同，一项日本研究表明，自报身体活动与腰背痛发病无关[17]；但也有另外两项研究表明，身体活动水平与腰背痛之间遵循 U 型曲线，身体活动过多或过少两个极端值均会增加腰背痛的患病风险[18-19]。大强度身体活动与高风险腰背痛患病的可能关联因素包括以下 2 个可能的原因：（1）郭凯林等[20]基于 2011—2018 年 CHARLS 数据分析得出，我国中年人身体活动量呈历年增加的趋势，运动通常被认为是健康的保护因素，许多人把锻炼作为一种策略来缓解他们的疼痛，中老年人每天锻炼量超过身体活动的总负荷，进而会增加腰背痛的发生风险。（2）中老年群体随着年龄的增加，伴随着生理老化表现出最常见的退化性肌肉骨骼疾病，如骨质疏松症、关节炎和肌肉减少症，运动过程中可能发生的损耗，也会增加腰背痛的发病风险[21]。

睡眠时间与腰背痛的分析结果表明，睡眠时间与腰背痛呈负相关。与 KELLY 等[22]研究得出的结果一致，也与国内李巧梅等[15]基于 CHARLS 数据的研究结果相似。CAMPANINI 等[23]研究提出腰背痛与睡眠质量呈双向相关，腰背痛会导致睡眠问题，进而会增加疼痛，同样睡眠问题会导致腰背痛，而疼痛又会加剧睡眠问题。针对睡眠时间与腰背痛的可能发病机制，现有实验研究表明，睡眠时间不足可能导致对潜在有害刺激的敏感性增加，其机制是睡眠不足会诱发低水平的全身炎症，而这反过来又会增加敏感性，加剧疼痛和疼痛的维持[24]。

身体活动和睡眠是占据 24 h 生命周期的两个核心生活方式组成部分，也是目前行为学研究的关注点。研究结果表明，高强度、长时间的身体活动会造成夜晚睡眠时间缩短，本研究与瑞典一项基于 12 638 名受试者的研究[25]结果相似，美国一项研究也证实日间更高水平的身体活动与晚上更少的睡眠时间有关[26]。本研究进一步对两者与腰背痛的联合影响发现，睡眠时间在身体活动与腰背痛患病中发挥完全中介效应，即高强度身体活动所带来的腰背痛风险经由睡眠时间锐减所完全传递，充足的睡眠时间在降低高强度身体活动所带来的腰背痛发病风险中发挥重要作用。因此，中老年人应保持良好的生物节律，避免熬夜，睡前避免过度用脑，以及浓茶、咖啡等饮品摄入，以保证充足的睡眠时间降低腰背痛发病风险。此外运动是把“双刃剑”，不足、过量和不适当的运动势必会对身体造成损害。高强度身体活动会引起睡眠时间减少，也会增加腰背痛患病风险，提示中老年人在进行体育锻炼时，也应该根据自身情况合理安排运动量。

4 小结

我国中老年人超过 1/3 患有腰背痛，身体活动水平越高或睡眠时间越短，腰背痛患病风险越高。身体活动与睡眠时间行为间存在此消彼长的关系，在两者与腰背痛的联合关系分析中，睡眠时间在身体活动与腰背痛的关系中发挥完全中介效应，高强度身体活动所带来的腰背痛风险经由睡眠时间锐减所完全传递。本研究提示中老年人在进行体育锻炼时，应该根据自身情况合理安排运动量，并保持充足睡眠时间，以降低腰背痛患病风险。本研究存在一定的局限性，首先自我报告的身体活动量、睡眠时间以及腰背痛受社会期望和回忆性偏差的影响，会对研究结果产生一定的影响。此外，关于身体活动、睡眠时间、腰背痛三者之间的机制以及具体量效关系尚不明确，在今后的研究中需要较长时间随访和研究来探究三者之间的关系。

作者贡献：李明哲、王晶晶负责本研究构思与设计，并确定研究的可行性；李明哲、王成龙负责论文的撰写与数据收集；田一川负责数据的整理与统计学分析，并对分析结果进行相关解释；王晶晶负责文章的质量控制及审校，对文章整体负责。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会专家组. 中国急/慢性非特异性腰背痛诊疗专家共识[J]. 中国脊柱脊髓杂志，2016，26(12)：1134-1138. DOI：10.3969/j.issn.1004-406X.2016.12.16.

[2] GBD 2015 DISEASE AND INJURY INCIDENCE AND PREVALENCE COLLABORATORS. Global，regional，and national incidence，prevalence，and years lived with disability for 310 diseases and injuries，1990-2015：a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015[J]. Lancet，2016，388(10053)：1545-1602. DOI：10.1016/S0140-6736(16)31678-6.

[3] SMITH C，GRIMMER-SOMERS K. The treatment effect of exercise programmes for chronic low back pain[J]. J Eval Clin Pract，2010，16(3)：484-491. DOI：10.1111/j.1365-2753.2009.01174.x.

[4] KREDLOW M A，CAPOZZOLI M C，HEARON B A，et al. The effects of physical activity on sleep：a meta-analytic review[J]. J Behav Med，2015，38(3)：427-449. DOI：10.1007/s10865-015-9617-6.

[5] SMITH M T，EDWARDS R R，MCCANN U D，et al. The effects of sleep deprivation on pain inhibition and spontaneous pain in

women [J]. Sleep, 2007, 30 (4): 494-505. DOI: 10.1093/sleep/30.4.494.

[6] ZHAO Y H, HU Y S, SMITH J P, et al. Cohort profile: the China health and retirement longitudinal study (CHARLS) [J]. Int J Epidemiol, 2014, 43 (1): 61-68. DOI: 10.1093/ije/dys203.

[7] 马冠生，崔朝辉，胡小琪，等. 中国居民的睡眠时间分析 [J]. 中国慢性病预防与控制，2006，14 (2): 68-71. DOI: 10.3969/j.issn.1004-6194.2006.02.002.

[8] 梁崎，王于领，林凤巧，等. 七天体力活动回顾问卷中文版信度与效度研究 [J]. 中国康复医学杂志，2010，25 (11): 1078-1081. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2010.11.014.

[9] 樊萌语，吕筠，何平平. 国际体力活动问卷中体力活动水平的计算方法 [J]. 中华流行病学杂志，2014，35 (8): 961-964. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.08.019.

[10] 方杰，温忠麟，张敏强. 类别变量的中介效应分析[J]. 心理科学，2017，40(2): 471-477. DOI: 10.16719/j.cnki.1671-6981.20170233.

[11] IACOBUCCI D. Mediation analysis and categorical variables: the final frontier [J]. J Consum Psychol, 2012, 22 (4): 582-594. DOI: 10.1016/j.jcps.2012.03.006.

[12] 温忠麟，叶宝娟. 中介效应分析：方法和模型发展 [J]. 心理科学进展，2014，22 (5): 731-745. DOI: 10.3724/SP.J.1042.2014.00731.

[13] 张砚卓，王倩倩，袁越，等. 中国45岁以上人群腰痛患病率调查：基于中国健康与养老追踪调查数据 [J]. 骨科临床与研究杂志，2018，3 (1): 38-42. DOI: 10.19548/j.2096-269x.2018.01.009.

[14] 李巧梅，王一卉，余莉，等. 睡眠时间和睡眠质量对我国中老年人腰背痛发生风险的影响研究 [J]. 中国全科医学，2022，25(11): 1327-1333. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.02.027.

[15] 王世强，郭凯林，吕万刚. 体力活动对中国老年人衰弱的影响——基于中国健康与养老追踪调查的实证分析 [J]. 成都体育学院学报，2023，49 (5): 114-122.

[16] 何向阳，刘峥，徐英，等. 我国45岁及以上中老年人睡眠时间与跌倒的关系研究 [J]. 中国全科医学，2022，25 (31): 3884-3890. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0305.

[17] KAMADA M, KITAYUGUCHI J, LEE I M, et al. Relationship between physical activity and chronic musculoskeletal pain among community-dwelling Japanese adults [J]. J Epidemiol, 2014, 24 (6): 474-483. DOI: 10.2188/jea.je20140025.

[18] HENEWEER H, VANHEES L. Physical activity and low back pain: a U-shaped relation? [J]. Pain, 2009, 143 (1/2): 21-25. DOI: 10.1016/j.pain.2008.12.033.

[19] LANDMARK T, ROMUNDSTAD P, BORCHGREVINK P C, et al. Associations between recreational exercise and chronic pain in the general population: evidence from the HUNT 3 study [J]. Pain, 2011, 152 (10): 2241-2247. DOI: 10.1016/j.pain.2011.04.029.

[20] 郭凯林，王世强，李丹，等. 我国老年人身体活动及其影响因素的历时变化——基于CHARLS2011年和2018年数据的分析 [J]. 武汉体育学院学报，2022，56 (7): 68-75. DOI: 10.15930/j.cnki.wtxb.2022.07.011.

[21] CHODZKO-ZAJKO W J, PROCTOR D N, FIATARONE SINGH M A, et al. Exercise and physical activity for older adults [J]. Med Sci Sports Exerc, 2009, 41 (7): 1510-1530.DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c.

[22] KELLY G A, BLAKE C, POWER C K, et al. The association between chronic low back pain and sleep: a systematic review [J]. Clin J Pain, 2011, 27 (2): 169-181. DOI: 10.1097/AJP.0b013e3181f3bdd5.

[23] CAMPANINI M Z, GONZÁLEZ A D, ANDRADE S M, et al. Bidirectional associations between chronic low back pain and sleep quality: a cohort study with schoolteachers [J]. Physiol Behav, 2022, 254: 113880. DOI: 10.1016/j.physbeh.2022.113880.

[24] SKARPSNO E S, MORK P J, NILSEN T I L, et al. Influence of sleep problems and co-occurring musculoskeletal pain on long-term prognosis of chronic low back pain: the HUNT Study [J]. J Epidemiol Community Health, 2020, 74 (3): 283-289. DOI: 10.1136/jech-2019-212734.

[25] PESONEN A K, KAHN M, KUULA L, et al. Sleep and physical activity - the dynamics of bi-directional influences over a fortnight [J]. BMC Public Health, 2022, 22 (1): 1160. DOI: 10.1186/s12889-022-13586-y.

[26] LAMBIASE M J, GABRIEL K P, KULLER L H, et al. Temporal relationships between physical activity and sleep in older women [J]. Med Sci Sports Exerc, 2013, 45 (12): 2362-2368. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31829e4cea.

（收稿日期：2023-08-10；修回日期：2024-03-06）

（本文编辑：贾萌萌）